



**Prioritätsbescheinigung
DE 101 41 858.2
über die Einreichung einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 101 41 858.2

Anmeldetag: 27. August 2001

Anmelder/Inhaber: Krauss-Maffei Kunststofftechnik GmbH,
80997 München/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen
flächenartiger Kunststoff-Formteile, insbesondere
Kunststoffscheiben

IPC: B 29 C 45/56

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. Mai 2006
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen flächenartiger Kunststoff-Formteile, insbesondere Kunststoffscheiben

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von dickwandigen, flächenartigen Kunststoff-Formteilen, insbesondere Kunststoffscheiben.

Insbesondere in der Automobilindustrie gibt es Bestrebungen, Glasscheiben durch Kunststoffscheiben zu ersetzen, die hinsichtlich verschiedener Eigenschaften wie Gewicht oder Splitterbildung Glasscheiben überlegen sind. Andererseits müssen auch Kunststoffscheiben mit sehr guter und reproduzierbarer Oberflächenqualität hergestellt werden, was mit bekannten Verfahren kaum oder nur sehr aufwendig möglich ist, so daß sich Kunststoffscheiben an Kraftfahrzeugen bisher lediglich als Sonnendächer durchgesetzt haben, nicht jedoch als Seiten-, Heck- oder gar Frontscheiben.

Optische Oberflächen bei nicht sehr großflächigen Teilen mit gleichmäßiger Wandstärke werden im Normalfall in einem Spritzgießprozeß hergestellt, wobei Kunststoffmasse in einer Füllphase über kleindimensionierte Kanäle in eine Formkavität eingebracht wird. Weil amorphe Kunststoffe in der Abkühlphase eine hohe Dichtereduktion (Materialschwund, ca. 10 bis 20%) zeigen, wird dieser Materialschwund in einer folgenden Nachdruckphase über Nachfüttern von plastischer Schmelze zum Spritzkolben der Spritzgießmaschine ausgeglichen. Dabei können sich jedoch Inhomogenitäten ergeben, so daß dieses Verfahren für großflächige Teile nicht geeignet ist.

Beim sog. Standardspritzprägeprozeß wird in einer ersten Füllphase in eine vorvergrößerte Kavität Kunststoffmasse eingebracht und anschließend mittels einer Werkzeugbewegung verprägt. Dieses Standard-Spritzprägeverfahren eignet sich für einfache optische Teile wie Linsen, wobei durch das Verprägen Einfallstellen als Folge von Materialschwund vermieden werden. Zwar könnte man dieses Verfahren auch für großflächige Kunststoffteile einsetzen, dabei ist jedoch zu beachten, daß der Prägeweg sehr genau eingehalten werden muß, um reproduzierbare Qualitäten zu erzeugen. Am Beispiel von Automobilverscheibungen sind dies wenige Zehntel Millimeter, die bei den dafür notwendigen großen Maschinen (> 2000 Tonnen Schließkraft) nur schwer reproduzierbar sind.

Varianten des Spritzprägeverfahrens sind beispielsweise aus der EP-A-0144622 und der US-A-4828769 bekannt, bei denen während des Prägens Material aus der Kavität herausgepreßt wird bzw. der Prägevorgang schon während des Einfüllens begonnen wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung anzugeben, mit denen großflächige Kunststoffteile mit guten optischen Eigenschaften hergestellt werden können.

Diese Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 6 gelöst; die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, zunächst die Formkavität eines Formwerkzeuges vollständig zu füllen und anschließend weiteres Material derart nachzufüllen, daß sich die Form aufdehnt (aufatmet). Erfindungsgemäß startet somit der Prägeprozeß bei geschlossenem Werkzeug, so daß das Problem des sehr genauen Prägeweges nicht auftritt.

Beim Standardspritzgießen ist die Dicke des Kunststoffformteils stark abhängig von der Kavitätendicke. Diese ist werkzeuggeometrisch genau definiert. Anders als bei Einspritzprägeprozessen wird erfindungsgemäß die Kavität jedoch gezielt und gewollt in einen schwimmenden Zustand gebracht. Die Teilendicke ist somit nicht durch die Kavitätendicke definiert sondern durch die Dosiergenauigkeit. Mittels eines eingebauten, hochauflösenden Wegaufnehmers ist es möglich, beim erfindungsgemäßen Atmungsprägen Teilendwandstärken von der Exaktheit wie beim Standardspritzgießen zu erzeugen, jedoch mit deutlich verbesserter Homogenität des gefertigten Teils und damit mit verbesserten optischen Eigenschaften.

Beim Standardspritzprägen müssen sehr genaue Prägewege von wenigen Hundertstel Millimeter realisiert werden, um ein reproduktionsgenaues Produzieren zu ermöglichen. Dies ist bei Großmaschinen nicht oder nur schwer möglich, wenn man Plattengrößen von mehreren Quadratmetern betrachtet.

Weil das Spritzgießwerkzeug beim Atmungsprägen im ersten Prozeßabschnitt vollständig geschlossen wird, kann der Prägeprozeß nach der Füllphase aus einer definierten Position begonnen werden. Die Reproduktionsgenauigkeit des Prägeprozesses ist somit eine Funktion der Dosiergenauigkeit der Einspritzeinheit und des Schließkraftprofils.

Ein einseitiges Aufatmen einer Schließeinheit kann dadurch zustande kommen, daß eine großflächige Kavität von einer Seite angespritzt wird, wobei im Bereich des Angusses ein erhöhter Innendruck auftritt, oder daß die Werkzeugkavitäten unsymmetrisch bezüglich der Schließeinheit sind. Diesem Effekt kann entgegengewirkt werden, indem auf der Seite, wo eine einseitig erhöhte resultierende Öffnungskraft erzeugt wird, eine gegenläufige höhere Schließkraft eingeleitet werden kann.

Dieser Prozeß kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß einseitiges Aufatmen gemessen wird und die Schließzylinder auf der Seite der einseitigen Öffnung mit einer höheren Schließkraft versorgt werden als auf der anderen Seite. Dieser Prozeß kann auch geregelt erfolgen, so daß die Form absolut parallel aufatmet.

Spritzgießmaschinen weisen in der Regel eine feste Formaufspannplatte und eine dazu parallele bewegbare Aufspannplatte auf. Die Formaufspannplatten tragen jeweils eine Formhälfte, und durch Bewegen der beweglichen Formaufspannplatte wird die Form mit einer einstellbaren Schließkraft verschlossen. Der festen Formaufspannplatte ist in der Regel eine Schneckeneinheit zugeordnet, wobei in der Schneckeneinheit plastifiziertes Kunststoffmaterial über einen Angußkanal durch die feste Formaufspannplatte in die Kavität der Form eingeleitet wird.

Die bewegliche Formaufspannplatte wird über Antriebe bewegt, die auch die Schließkraft ausüben. Diese sind beispielsweise vier Hydraulikzylinder, die bei rechteckigen Platten beispielsweise im Bereich der Ecken angreifen; auch Elektroantriebe werden eingesetzt.

Spritzgießmaschinen der oben beschriebenen Bauart sind allgemein bekannt (beispielsweise Baureihe C oder MC der Krauss Maffei Kunststofftechnik GmbH) und werden deshalb nicht näher erläutert.

Erfindungsgemäß kann an der beweglichen Aufspannplatte mindestens ein Weggeber vorgesehen sein, der bei der Nachfüllung der Kavität ein Aufatmen der Form und eine damit verbundene Verlagerung der beweglichen Aufspannplatte ermittelt. Auf diese Weise kann der Nachfüllvorgang soweit durchgeführt werden, bis die Formaufspannplatte bzw. die Form eine präzise Position erreicht hat.

Bevorzugt sind mehrere Weggeber vorgesehen, insbesondere im Bereich der Antriebe. Kommt es zu unterschiedlichen Bewegungen in unterschiedlichen Bereichen der Formaufspannplatte, so kann die Schließkraft des Antriebs, in dessen Bereich die größte Verlagerung auftritt, erhöht werden bzw. in Bereichen, in denen die geringste Verlagerung auftritt, vermindert werden. Auf diese Weise kann ein exakt paralleler Verlauf der Formaufspannplatte und damit ein exakt paralleles Aufatmen sichergestellt werden. Dies gestaltet sich insbesondere bei hydraulischen Maschinen einfach, wenn die Hydrauliksysteme der einzelnen Antriebe miteinander kommunizieren, da in diesem Fall der Ausgleich automatisch erfolgt.

Damit die Formkontur beim erfindungsgemäßen Verfahren nicht überspritzt werden kann, werden vorzugsweise an sich bekannte Tauchkantenwerkzeuge verwendet, bei denen sichergestellt ist, daß auch bei einer Bewegung der Formhälfte kein Material aus der Form austritt.

Ein Ausführungsbeispiel für den Prozeßablauf wird im folgenden beschrieben:

1. Einspritzen bis zur vollständigen Füllung der Kavität
Die Einspritzphase erfolgt wie beim Standardspritzgießverfahren. Der Einspritzvorgang wird entweder schneckenwegabhängig, zeitabhängig, massedruck-abhängig, hydraulikdruck-abhängig oder innendruck-abhängig beendet, wobei mindestens am Ende der Einspritzphase die Kavität vollständig geschlossen ist.

2. Atmungsprägen der Kavität bis zu einer definierten Wandstärke.

Durch einen weiteren Einspritzvorgang (Nachfüllvorgang) wird die Kavität in einer Atmungsphase bis zu einer definierbaren Teildicke vergrößert. Der Prozeßabschnitt wird schneckenwegabhängig oder schließenwegabhängig beendet. Zu

bevorzugen ist ein schließenwegabhängiger Stop des Aufatmungsvorgangs, um eine sehr genaue Dosierung der Kunststoffmasse zu ermöglichen, so daß reproduktionsgenau produziert werden kann.

Anstatt einem Weggeber an der beweglichen Aufspannplatte anzubringen, ist es deshalb vorteilhaft, einen hochauflösenden Weggeber nahe der Anspritzstelle in das Formwerkzeug einzubringen, so daß bereits ein leichtes Aufatmen von wenigen Zehntel Millimetern zu einem Signal verwertet werden kann. Der übliche Atmungsweg liegt minimal bei dem Schwindungsvolumen der Teildicke und ist u.a. stark materialabhängig. Bei amorphen Kunststoffen wie PC, PMMA od. dgl. liegt der prozentuale Wert bei etwa 8 bis 15% der Teilwandstärke. Bei üblichen Wandstärken von vier bis sechs Millimetern liegt also der Atmungsweg bei $> 0,4$ mm. Maximalwerte sind bei etwa 0,9 mm zu finden.

Dabei sollte vorzugsweise in dieser Phase der erreichte Innendruck konstant gehalten werden. Nicht zwingend aber vorteilhaft sollte deshalb ein Innendruckaufnehmer zur Prozeßregelung in das Werkzeug eingebracht werden (innendruckabhängiges Schließkraftprofil).

3. Kompressionsphase

Diese Phase ist nicht zwingend aber optional von Vorteil für das gleichmäßige Ausprägen der Teilloberfläche.

4. In der folgenden Kompressionsphase wird die Kunststoffmasse verdichtet gehalten, so daß der Materialschwund nicht zu Einfallstellen führt. Anzustreben ist auch in dieser Phase ein konstanter Innendruckverlauf, der durch das innendruckabhängige Schließkraftprofil erzeugt wird. Während der gesamten Kompressionszeit sollte die Schließenbewegung gegen die schwindende Kunststoffmasse wirken, so daß keine Materialeinfallstellen an der Teilloberfläche resultieren. Es ist deshalb vorteilhaft, wenn bei Zyklusende eine Re-

statmungsöffnung vorliegt, die sicherstellt, daß während des gesamten Zyklusablaufs die Kunststoffmasse unter Druck gehalten wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Kunststoff-Formteils, insbesondere eines dickwandigen, flächenartigen Formteils wie einer Scheibe, mit den Schritten

Verschließen der Kavität eines Formwerkzeugs mit Schließkraft,

vollständiges Auffüllen der Kavität mit Kunststoff, Nachfüllen von Kunststoff derart, daß sich das Formwerkzeug entgegen der Schließkraft aufdehnt, Ausformen des Kunststoffformteils.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß man das Aufdehnen über den Verfahrweg einer Schnecke steuert.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß man das Nachfüllen über die Aufdehnungsbewegung des Formwerkzeugs steuert.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß man den Innendruck in der Form mißt und ein innendruckabhängiges Schließkraftprofil anlegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, daß man an Stellen, die einem Anguß näher liegen, eine höhere Schließkraft an das Formwerkzeug anlegt als an Stellen, die weiter vom Anguß entfernt sind.

6. Vorrichtung zum Herstellen von Kunststoff-Formteilen, insbesondere von dickwandigen, flächenartigen Formteilen wie Scheiben, mit einer Formeinheit und einer Schließein-

heit, die eine Schließkraft auf die geschlossene Form ausübt,

g e k e n n z e i c h n e t durch eine Meßvorrichtung, die eine gegen die Schließkraft gerichtete Formaufdehnung der geschlossenen Form ermittelt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Meßvorrichtung mehrere Sensoren aufweist, die ein ungleichmäßiges Aufdehnen der Form ermitteln.

Zusammenfassung

Zur Herstellung von flächenartigen Kunststoffformteilen, beispielsweise Scheiben, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, zunächst eine Form vollständig mit Kunststoffmaterial zu füllen und anschließend weiteres Kunststoffmaterial derart nachzufüllen, daß sich die Form entgegen der Schließkraft definiert aufdehnt. Diese Aufdehnung gleicht Materialschwund während eines darauffolgenden Abkühlvorganges aus, so daß Einfallstellen verhindert werden können und beispielsweise Scheiben mit hoher optischer Qualität hergestellt werden können.